

Uji Efektifitas Herbisida Atrazin, Mesotrion, dan Campuran Atrazin+Mesotrion terhadap Beberapa Jenis Gulma

Trial Effectiveness Herbicides Atrazin, Mesotrion, and Atrazin+Mesotrion Mixture for Certain Types of Weeds

Nana Ratna Wati¹, Dad Resiworo J. Sembodo², dan Herry Susanto²

¹Mahasiswa Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung

²Dosen Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung

Jln. Prof. Dr. Soemantri Brodjonegoro No. 1, 35141

Korespondensi: nana_ratnawati@rocketmail.com

ABSTRACT

The aimed of this research was to know the effectiveness of mixing herbicides with active ingredient atrazin and mesotrion in controlling weeds and know the mixture characteristic. This research conducted in the plastic garden house private in Natar, South Lampung and in the Weeds laboratory of Agriculture faculty, Lampung University from June until July 2013. This Research arranged in a Randomized Completely Design (RCD). Treatment consists of three types of herbicides with six level of dosage active ingredient, namely of single herbicides is atrazin 500 g l⁻¹ (0, 76, 152, 304, 608, and 1.215 ha g⁻¹), mesotrion 50 g l⁻¹ (0, 11, 22, 43, 86, and 172 g ha⁻¹), and mixed herbicides from atrazin 500 g l⁻¹ + mesotrion 50 g l⁻¹ (0, 28, 56, 112, 225, and 450 g ha⁻¹). The target weed were a type of broadleaves (*Asystasia gangetica*), a type of grasses (*Paspalum conjugatum*), and a type of sedges (*Cyperus kyllingia*). Homogeneity tested using Bartlett and aditivity tested using Tukey, data analyzed by Analisis of Variance and different median values tested with Least Significant Difference (LSD) level 5%. Results showed that an active ingredient mixture of atrazin 500 g L⁻¹ + mesotrion 50 g L⁻¹ has LD₅₀ expectation value of 51,48 g ha⁻¹ and LD₅₀ treatment of 257,48 g ha⁻¹ with the co-toxicity value was 0.2 (co-toxicity < 1) until mixture was antagonist.

Keywords: Atrazin, mesotrion, herbicide mixture, Multiplicative Survival Model (MSM), LD₅₀

Diterima: 09 Oktober 2014, disetujui 19 Desember 2014

PENDAHULUAN

Herbisida merupakan bahan kimia yang dapat digunakan untuk mengendalikan pertumbuhan gulma karena dapat mematikan pertumbuhan atau menghambat pertumbuhan normalnya (Tjitrosoedirdjo *et al.*, 1984). Penelitian mengenai herbisida kimia telah dimulai pada awal abad ke-20 dengan herbisida pertama yang disintesis adalah 2,4-D (Wikipedia, 2014). Karena sifat dari herbisida yang efektif, selektif, dan sistemik maka petani dengan cepat menerima penggunaan herbisida dalam kegiatan pengendalian gulma (Sembodo, 2010). Namun pemakaian herbisida yang terus-menerus

tersebut akan meningkatkan jumlah residu herbisida dalam tanah. Herbisida atrazin merupakan salah satu herbisida dalam kelompok triazin yang mulai banyak digunakan di seluruh dunia pada tahun 1960 namun telah muncul resistensi gulma pada pertengahan tahun 1980. Beberapa dari gulma yang resisten tersebut juga ditemukan gulma yang mengalami resistensi silang terhadap herbisida lainnya (Cousens and Mortimer, 1995). Penggunaan atrazin telah menimbulkan kekhawatiran yang signifikan karena akumulasi yang tinggi dari herbisida tersebut di sungai-sungai (Cox, 2001). Selain itu berdasarkan penelitian pada 65% wilayah sampel di sekitar Great Barrier Reef, atrazin berada di peringkat nomor dua dengan persentase residu sebesar 52% (Lewis *et al.*, 2012). Cara untuk mengatasi resistensi gulma yang telah terjadi dapat dilakukan dengan mengubah formulasi dari herbisida tersebut atau dengan cara melakukan pencampuran herbisida.

Mesotrion adalah jenis herbisida baru dalam kelompok triketon dan efektif terhadap spesies yang resisten terhadap herbisida triazin dan herbisida penghambat ALS (*Acetolactate synthase*). Secara umum mesotrion bertindak sebagai penghambat pigmen (Hanh and Paul, 2002). Mesotrion terdaftar sebagai herbisida baru yang diaplikasikan pratumuh untuk pengendalian gulma dengan menghambat pembentukan *dioksigenase 4-hydroxyphenylpyruvate* (HPPD) pada tahun 2001 bersama dengan herbisida topramezone pada tahun 2005, dan tembotrione pada tahun 2007. Dalam penggunaannya, telah direkomendasikan untuk melakukan pencampuran secara *tank mix* dengan herbisida atrazin untuk meningkatkan kinerja produk.

Respon dari pengkombinasian herbisida dibagi menjadi tiga jenis. Respon pertama itu bersifat aditif, yang ditandai dengan samanya hasil yang diperoleh terhadap pengendalian gulma baik ketika herbisida tersebut diaplikasikan tunggal maupun dicampur herbisida dengan bahan aktif yang berbeda. Respon kedua yaitu bersifat antagonis, hal ini terjadi jika campuran kedua bahan aktif memberikan respon yang lebih rendah dari yang diharapkan. Sedangkan respon yang ketiga adalah bersifat sinergis, dimana respon dari pencampuran herbisida lebih tinggi dari pada respon yang diharapkan (Craft and Robbins dalam Tampubolon, 2009).

Dalam pengujian campuran herbisida dengan cara kerja yang sejenis digunakan metode analisis Isobol, sedangkan untuk pengujian herbisida dengan cara kerja yang berbeda digunakan model MSM (*Multiple Survival Model*). Oleh karena cara kerja herbisida atrazin berbeda dengan herbisida mesotrion maka metode pengujian campuran yang digunakan adalah menggunakan model MSM (Cobb, 2000).

METODE

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain *knapsack sprayer* dengan nozzle kipas berwarna biru, gelas ukur, gelas piala, pipet ukur, oven, timbangan, serta gelas plastik sebagai pot percobaan dengan diameter 6,75 cm dan tinggi 11,5 cm. Sedangkan bahan yang digunakan adalah herbisida berbahan aktif kombinasi (atrazin dan mesotrion) dan herbisida berbahan aktif tunggal komponen campuran dengan kandungan atrazin dan mesotrion, media tanam dalam pot dengan komposisi tanah dan kompos 1:1, serta bibit gulma yang terdiri dari gulma golongan rumput (*Paspalum conjugatum*), golongan teki (*Cyperus kyllingia*), dan golongan daun lebar (*Asystasiaganetica*).

Penelitian ini disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan terdiri dari tiga jenis herbisida dengan enam tingkat dosis bahan aktif, yaitu herbisida tunggal atrazin 500 g l⁻¹ (0, 76, 152, 304, 608, dan 1.215 g ha⁻¹), mesotrion 50 g l⁻¹ (0, 11, 22, 43, 86, dan 172 g ha⁻¹), dan campuran

herbisida dari atrazin 500 g l⁻¹ + mesotrion 50 g l⁻¹ (0, 28, 56, 112, 225, dan 450 g ha⁻¹). Masing-masing perlakuan diulang sebanyak enam kali. Untuk menguji homogenitas ragam digunakan uji Bartlett dan aditivitas data diuji dengan menggunakan uji Tukey. Jika asumsi terpenuhi, maka data akan dianalisis dengan sidik ragam dan uji perbedaan nilai tengah perlakuan akan diuji dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%.

Data bobot kering bagian segar gulma dikonversi kedalam persen kerusakan. Data persen kerusakan ditransformasi dalam bentuk logaritmik untuk mendapatkan persamaan regresi serta menghitung LD₅₀ dari masing-masing herbisida dan campurannya. Kriteria sifat pencampuran dapat diketahui dengan analisis menggunakan metode sebagai berikut:

Formulasi campuran herbisida dengan komponen dari herbisida-herbisida yang berbeda kelompok: (1) Dibuat persamaan probit dari masing-masing herbisida komponen dan campurannya, (2) dengan menggunakan persamaan probit ditentukan nilai harapan dari LD₅₀-campuran dengan menggunakan persamaan:

$$P\text{-campuran} = P_A + P_B - P_A P_B$$

Dihitung nilai ko-toksisitas = (LD₅₀ -harapan / LD₅₀-perlakuan) , Jika nilai ko-toksisitas > atau =1 berarti campuran tersebut tidak bersifat antagonis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

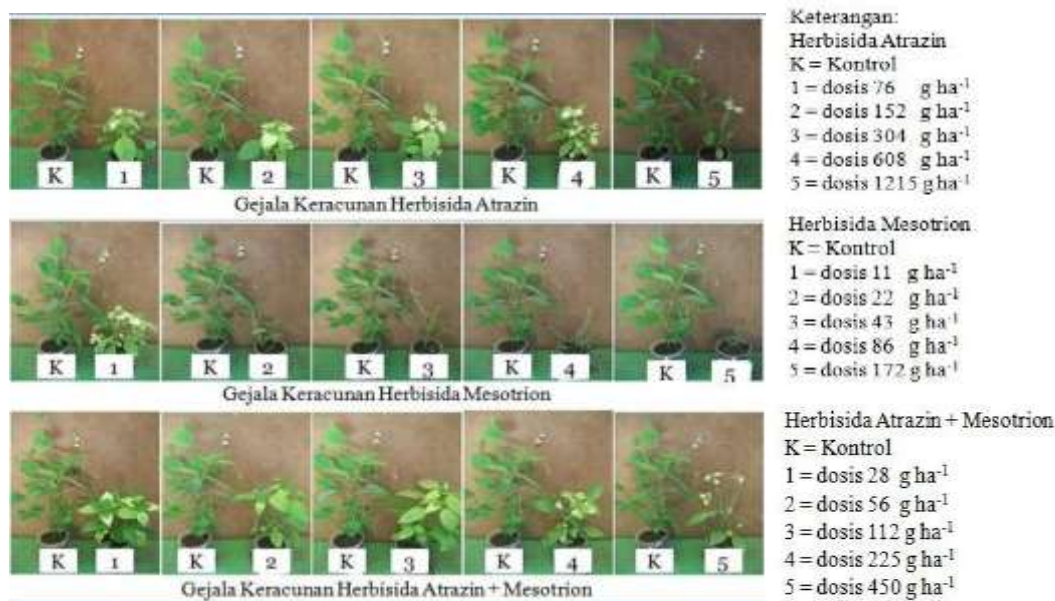
Data keracunan masing-masing herbisida pada gulma sasaran tercantum pada pengamatan gejala keracunan 1 MSA dan 2 MSA. Bobot kering yang diperoleh kemudian ditransformasi ke dalam bentuk persen kerusakan untuk menunjukkan seberapa besar masing-masing herbisida mampu merusak tubuh gulma. Nilai persen kerusakan dan dosis herbisida kemudian ditransformasi ke dalam bentuk probit dan log dosis untuk diperoleh persamaan regresi nya. Dengan persamaan regresi tersebut dapat diperoleh LD₅₀ perlakuan dan LD₅₀ harapan untuk menunjukkan sifat pencampuran.

Gejala Keracunan

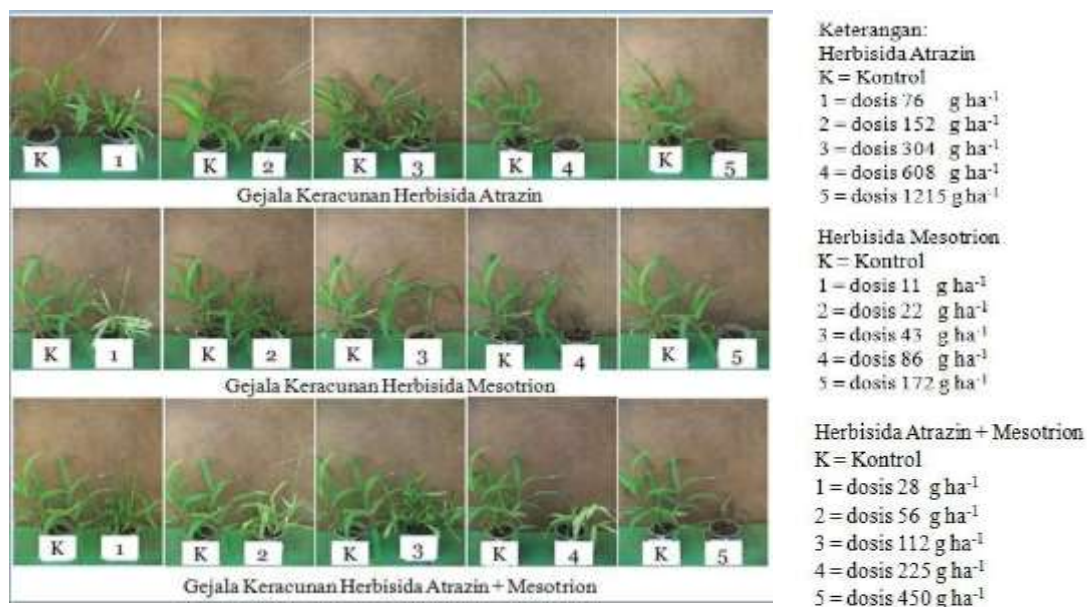
Gejala keracunan yang terlihat pada setiap bahan aktif sama, yaitu adanya pemutihan (*bleaching*) pada daun gulma. Gejala pemutihan terakumulasi pada daun, terutama pada daun muda, dan tidak terlihat pemutihan pada bagian batang. Peningkatan dosis herbisida menyebabkan terjadinya peningkatan gejala keracunan. Gejala pemutihan disertai dengan mengering dan mati nya tubuh gulma. Herbisida atrazin mampu mematikan tubuh gulma pada dosis 1.215 g ha⁻¹. Herbisida mesotrion mampu mematikan tubuh gulma mulai dari dosis 22 g ha⁻¹. Sedangkan herbisida atrazin + mesotrion mampu mematikan tubuh gulma pada dosis 450 g ha⁻¹. Gejala Keracunan Gulma *Asystasia gangetica* pada masing-Masing Herbisida dan tingkat dosis disajikan dalam gambar 1.

Gambar 2 menunjukkan bahwa gejala pemutihan tidak banyak terlihat. Pada herbisida atrazin, gejala pemutihan sedikit terlihat pada dosis 76 g ha⁻¹ dan 152 g ha⁻¹. Gejala yang terlihat pada dosis herbisida atrazin yang lebih tinggi berupa pencoklatan daun dan mengeringnya tubuh gulma. Herbisida atrazin mampu mengendalikan gulma secara menyeluruh mulai dari dosis 608 g ha⁻¹. Pada herbisida mesotrion, gejala pemutihan hanya terlihat pada dosis 11 g ha⁻¹. Pada perlakuan dengan dosis lebih tinggi terlihat adanya daun-daun gulma yang mengering. Gulma telah mengering seluruhnya pada dosis herbisida mesotrion sebesar 86 g ha⁻¹. Sedangkan pada herbisida atrazin + mesotrion, justru yang banyak terlihat hanya pemutihan daun dengan sedikit disertai mengeringnya

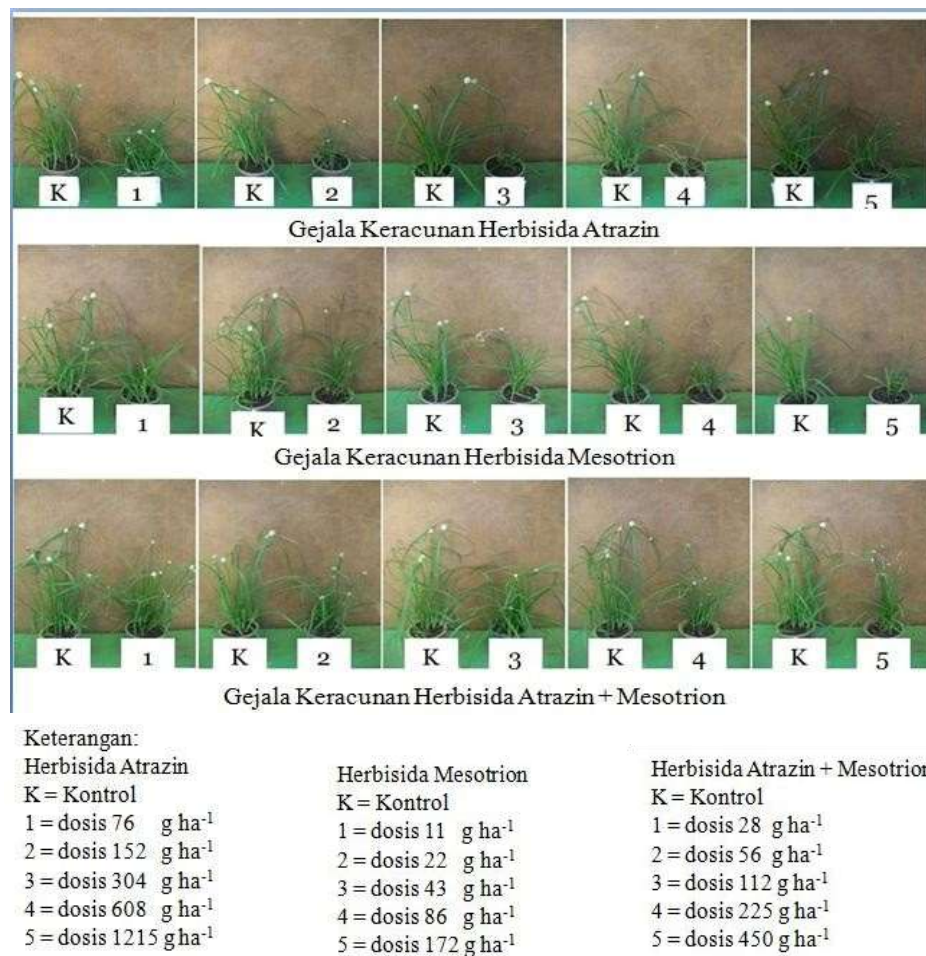
daun tersebut. Pada dosis tertinggi yaitu sebesar 450 g ha^{-1} herbisida campuran telah mampu mengendalikan gulma secara menyeluruh.



Gambar 1. Perbandingan Gejala Keracunan Gulma *Asystasia gangetica* pada masing-Masing Herbisida



Gambar 2. Perbandingan Gejala Keracunan Gulma *Paspalum conjugatum* pada Masing-Masing Herbisida



Gambar 3. Perbandingan Gejala Keracunan Gulma *Cyperus kyllingia* pada Masing-Masing Herbisida

Analisis Kerusakan Gulma

Semakin besar gejala kerusakan yang terlihat, maka bobot kering yang diperoleh menjadi semakin kecil. Bobot kering tersebut kemudian ditransformasi ke dalam bentuk persen keracunan untuk melihat seberapa besar masing-masing herbisida pada setiap dosis perlakuan menimbulkan kerusakan pada gulma. Data persen kerusakan ketiga jenis gulma tersebut selanjutnya dirata-rata. Hasil rata-rata persen kerusakan ketiga jenis gulma dapat dilihat pada Tabel 1. Tabel 1 menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kerusakan pada setiap peningkatan dosis bahan aktif. Berdasarkan rata-rata yang diperoleh, herbisida atrazin + mesotrion mampu menimbulkan kerusakan gulma sebesar 61,14% pada dosis tertinggi yaitu 450 g ha⁻¹.

Herbisida atrazin mampu menimbulkan kerusakan gulma terbesar pada dosis 608 g ha⁻¹ yaitu sebesar 83,72%. Serta herbisida mesotrion menimbulkan kerusakan gulma lebih besar dibandingkan kedua herbisida lainnya yaitu sebesar 89,24% pada dosis 172 g ha⁻¹. Hasil ini sesuai dengan pengamatan gejala keracunan dimana herbisida mesotrion mampu menimbulkan gejala keracunan yang paling besar.

Tabel 1. Rata-Rata Persen Kerusakan Ketiga Jenis Gulma

Perlakuan	Dosis (g ha ⁻¹)	1	2	3	4	5	6	Rata rata
Atrazin + Mesotrion	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	28	33,36	16,53	21,76	28,55	47,24	30,16	29,60
	56	56,80	27,68	29,56	17,46	12,20	25,17	28,14
	112	22,65	33,93	26,74	37,39	12,54	29,65	27,15
	225	67,01	45,09	73,28	47,03	36,70	48,38	52,91
	450	77,42	66,67	26,63	53,64	78,22	64,26	61,14
Atrazin	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	76	28,83	44,02	75,87	43,66	26,82	50,08	44,88
	152	51,81	57,67	53,64	62,74	50,49	59,77	56,02
	304	65,96	81,32	80,05	70,11	71,20	58,39	71,17
	608	88,03	92,41	85,82	81,91	78,80	75,36	83,72
	1215	72,70	81,13	76,43	73,18	85,23	76,65	77,55
Mesotrion	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	11	41,56	53,41	49,86	34,29	18,07	39,70	39,48
	22	49,34	71,25	69,55	67,35	57,08	54,75	61,55
	43	77,43	79,33	68,40	56,75	67,07	54,90	67,32
	86	45,60	58,44	67,87	77,76	75,98	71,42	66,18
	172	94,31	90,10	79,64	85,05	97,03	89,28	89,24

Nilai Probit

Nilai probit digunakan untuk mengetahui hubungan antara dosis perlakuan dengan persen kerusakan yang ditimbulkan oleh masing-masing herbisida. Dosis herbisida diubah ke dalam bentuk logaritmik sedangkan persen kerusakan diubah ke dalam nilai probit. Nilai probit yang dihasilkan kemudian digunakan untuk mencari persamaan regresi linier sehingga diketahui nilai LD₅₀ perlakuan dan LD₅₀ harapan. Tabel 2 merupakan rata-rata persen kerusakan yang telah dikonversi ke dalam nilai probit.

LD₅₀

Berdasarkan nilai probit diperoleh persamaan regresi linier sederhana yaitu $Y = a + bX$, dimana Y adalah nilai probit dari persen kerusakan gulma gabungan, dan X adalah log dosis perlakuan herbisida. Setelah diperoleh persamaan tersebut maka nilai LD₅₀ dapat dihitung yang tercantum pada Tabel 3. Nilai tersebut menunjukkan dosis perlakuan yang mampu menimbulkan kerusakan gulma sebesar 50%. Untuk mengetahui LD₅₀ adalah dengan memasukkan nilai Y ke dalam persamaan regresi sebesar 5. Nilai 5 tersebut merupakan nilai probit dari 50%. Nilai X yang diperoleh dalam persamaan tersebut masih berupa log dosis sehingga perlu dikembalikan ke dalam antilog.

Aplikasi herbisida atrazin memerlukan dosis sebesar 88,21 g ha⁻¹, sedangkan perlakuan herbisida mesotrion memerlukan dosis sebesar 17,05 g ha⁻¹. Perlakuan aplikasi herbisida campuran atrazin + mesotrion memerlukan dosis sebesar 257,48 g ha⁻¹. Nilai dosis tersebut merupakan gabungan dosis dari masing-masing komponen bahan aktif, dengan rasio campuran komponen bahan aktif atrazin : mesotrion sebesar 10 : 1 sebagaimana disajikan dalam tabel 3.

Tabel 2. Konversi Persen Kerusakan Rata-Rata ke dalam Nilai Probit

Perlakuan	Log Dosis	1	2	3	4	5	6	rata-rata
Atrazin + Mesotrion	1,45	4,57	4,03	4,22	4,43	4,93	4,48	4,44
	1,75	5,17	4,41	4,46	4,06	3,83	4,33	4,38
	2,05	4,25	4,59	4,38	4,68	3,85	4,47	4,37
	2,35	5,44	4,88	5,62	4,93	4,66	4,96	5,08
	2,65	5,75	5,43	4,38	5,09	5,78	5,37	5,30
Atrazin	1,88	4,44	4,85	5,70	4,84	4,38	5,00	4,87
	2,18	5,05	5,19	5,09	5,32	5,01	5,25	5,15
	2,48	5,41	5,89	5,84	5,53	5,56	5,21	5,57
	2,78	6,18	6,43	6,07	5,91	5,80	5,69	6,01
	3,08	5,60	5,88	5,72	5,62	6,05	5,73	5,77
Mesotrion	1,03	4,79	5,09	5,00	4,60	4,09	4,74	4,72
	1,33	4,98	5,56	5,51	5,45	5,18	5,12	5,30
	1,63	5,75	5,82	5,48	5,17	5,44	5,12	5,46
	1,94	4,89	5,21	5,46	5,76	5,71	5,57	5,43
	2,24	6,58	6,29	5,83	6,04	6,89	6,24	6,31

Tabel 3. Persamaan Regresi Probit dan Nilai LD₅₀ perlakuan: Y = Nilai Probit dari Rata-rata Persen Kerusakan 6 Jenis Gulma, X = Log Dosis

Formulasi Herbisida	Persamaan Garis	Nilai r ² (%)	LD ₅₀ perlakuan (g ha ⁻¹)
Atrazin+Mesotrion	Y3 = 0,801X + 3,069	0,744	257,48
Atrazin	Y1 = 0,881X + 3,286	0,824	88,21
Mesotrion	Y2 = 1,105X + 3,639	0,847	17,05

Model MSM (Multiplicative Survival Model)

Sifat campuran herbisida diperoleh dengan membandingkan nilai LD₅₀ harapan dengan nilai LD₅₀ perlakuan. Diketahui nilai LD₅₀ perlakuan campuran herbisida A (atrazin) + M (mesotrion) sebesar 257,48 g ha⁻¹. perbandingan komponen campuran A : M = 10 : 1. Nilai LD₅₀ perlakuan masing-masing komponen: Atrazin (X₁) = 234,07 g ha⁻¹ dan Mesotrion (X₂) = 23,41 g ha⁻¹

LD₅₀ harapan dihitung berdasarkan perubahan nilai komponen campuran di atas (X₁ dan X₂) dalam proporsi perbandingan tetap (A : B = 10 : 1) hingga perubahan nilai dosis tersebut dapat menyebabkan kerusakan gulma sebesar 50%. Nilai dosis komponen campuran dimasukkan ke dalam persamaan regresi linier probit dari masing-masing herbisida tunggal dalam bentuk logaritmik, sehingga dengan mengacu pada tabel probit dapat diperoleh nilai persen kerusakan gulma yang disebabkan baik oleh atrazin maupun oleh mesotrion

- % kerusakan akibat atrazin (Y₁) = 64,5 % (P_A)
- % kerusakan akibat mesotrion (Y₂) = 56,2 % (P_B)
- % kerusakan campuran herbisida = P_(AB) = P_A + P_B - P_AP_B
= 64,5 + 56,2 - (36,25)
= 84,45%

Nilai tersebut mencapai lebih dari 50%, sehingga dengan mengurangi dosis (mengubah nilai X_1 dan X_2) tersebut, maka diperoleh dosis dari masing-masing herbisida komponen campuran adalah sebesar:

- Atrazin (X_1) = 46,79
- Mesotrion (X_2) = 4,69

Dengan dosis tersebut, maka kerusakan gulma oleh masing-masing komponen campuran (nilai probit) adalah sebesar:

- Atrazin (Y_1) = 4,7574
- Mesotrion (Y_2) = 4,3806

Jika dikonversi dalam bentuk anti-probit, maka kerusakan gulma oleh masing-masing komponen herbisida tersebut adalah sebesar:

- Atrazin (Y_1) = 40,4 % (P_A)
- Mesotrion (Y_2) = 26,8 % (P_B)

Tingkat kerusakan gulma 50% (harapan) diketahui berdasarkan persamaan probit:

$$P_{(AB)} = P_A + P_B - P_A P_B \quad (\text{nilai } P_A P_B = 10,83)$$

$$\begin{aligned} \text{Persamaan probit: } P_{(AB)} &= 40,4 + 26,8 - 10,83 \\ &= 56,37 \% \end{aligned}$$

Jadi:

$$\begin{aligned} LD_{50} \text{ harapan} &= 46,79 + 4,69 = 51,48 \text{ g ha}^{-1} \\ LD_{50} \text{ perlakuan} &= 234,07 + 23,41 = 257,48 \text{ g ha}^{-1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ko-toksisitas: } LD_{50} \text{ harapan} / LD_{50} \text{ perlakuan} &= 51,48 / 257,48 \\ &= 0,2 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan dengan model MSM diatas, maka nilai LD_{50} perlakuan lebih besar daripada LD_{50} harapan, nilai ko-toksisitas = 0,2 atau kurang dari satu (<1).

Interaksi Herbisida

Sifat interaksi herbisida diperoleh dari nilai ko-toksisitas yang didapat. Nilai ko-toksisitas sebesar 0.2 atau kurang dari satu (<1) menunjukkan bahwa campuran herbisida atrazin dan mesotrion bersifat antagonis pada gulma sasaran. Berdasarkan analisis model MSM diketahui bahwa campuran dua herbisida dengan bahan aktif atrazin dan mesotrion bersifat antagonis. Nilai harapan sebesar 51,48 g ha⁻¹ menunjukkan bahwa pada dosis tersebut herbisida campuran akan mampu mengendalikan 50% populasi keenam jenis gulma. Namun pada aplikasinya, dosis formulasi herbisida campuran sebesar 257,48 g ha⁻¹ lah yang mampu mengendalikan 50% populasi gulma.

Sifat antagonis yang ditunjukkan oleh analisis tersebut sesuai dengan perhitungan pada setiap jenis gulma. Dengan menggunakan log dosis herbisida dan rata-rata persen kerusakan yang telah dirubah ke dalam nilai probit untuk setiap jenis gulma diketahui bahwa dosis yang diperlukan oleh herbisida campuran untuk menghasilkan kerusakan sebesar 50% lebih tinggi jika dibandingkan dengan pengaplikasian komponen campuran herbisida secara tunggal

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah bahwa pencampuran herbisida atrazin 500 g l⁻¹ + mesotrion 50 g l⁻¹ memiliki nilai LD_{50} harapan sebesar 51,48 g ha⁻¹ dan LD_{50} perlakuan

sebesar 257,48 g ha⁻¹ dengan nilai ko-toksisitas sebesar 0,2 (ko-toksisitas < 1) sehingga campuran bersifat antagonis.

DAFTAR PUSTAKA

- Cobb A. H, and R. C. Kirkwood. 2000. *Herbicides and Their Mechanisms of Action*. Sheffield Academic Press. 295 hlm.
- Cousens, R. and M. Mortimer. 1995. *Dynamics of Weed Populations*. Cambridge University Press, Cambridge. 332 hlm.
- Cox, C. 2001. *Atrazine: Toxicology*. Journal of Pesticide Reform. Northwest Coalition for Alternatives to Pesticides/NCAP. 21 (2): 12 - 20
- Hanh, R. R. and P. J. Stachowski. 2002. *Mesotrione-a new herbicide and mode of action*. Department of Crop and Soil Science. Cornell Univeristy. Diakses melalui http://css.cals.cornell.edu/extension/cropping-up-archive/wcu_vol12n06-2002a1mesotrione.pdf pada tanggal 4 Juni 2013.
- Lewis, S. E., B. Schaffelke, M. Shaw, Z. T. Bainbridge, K. W. Rohde, K. Kennedy, A. M. Davis, B. L. Masters, M. J. Devlin, J. F. Mueller, dan J. E. Brodie. 2012. *Assessing the additive risks of PSII herbicide exposure to the Great Barrier Reef*. Marine Pollution Bulletin 65 (2012): 280–291
- Sembodo, D. R. J. 2010. *Gulma dan Pengelolaannya*. Graha Ilmu. Yogyakarta. 166 hlm.
- Tampubolon, I. 2009. *Uji Efektifitas Herbisida Tunggal Maupun Campuran dalam Pengendalian Stenochlaena palustris di Gawangan Kelapa Sawit*. Skripsi. Universitas Sumatera Utara. Medan. 55 hlm.
- Tjitrosoedirdjo, S., I. H. Utomo, dan J. Wiroatmojo. 1984. *Pengelolaan Gulma di Perkebunan*. P.T. Gramedia. Jakarta. 209 hlm.
- Wikipedia, 2014. *Herbicide*. Diakses melalui [http:// en.wikipedia.org/wiki/ herbicide](http://en.wikipedia.org/wiki/herbicide) pada tanggal 28 Juni 2014.